

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 30 NOV 1999	
WIPO	PCT

DE 99/2870  
EJV

**Bescheinigung**

Die ROBERT BOSCH GMBH in Stuttgart/Deutschland hat eine Patentanmeldung  
unter der Bezeichnung

"Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von Kommunikati-  
onsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen Kommuni-  
kationssystem sowie Anordnung"

am 30. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht  
und erklärt, daß sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik  
Deutschland vom 13. November 1998, Aktenzeichen 198 52 260.6, in Anspruch  
nimmt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole  
H 04 Q und H 04 M der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 2. November 1999

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Sieck

Aktenzeichen: 198 60 868.3

30.12.98 Sk/Ks/Mi

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von  
Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen  
Kommunikationssystem sowie Anordnung

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen Kommunikationssystem mit Paketvermittlung.

20

Bei der Übertragung von Paketen fester Länge zwischen Endgeräten untereinander oder in Verbindung mit einer Zentrale, die selbst ein Endgerät sein kann, wird ein gemeinsamer Übertragungskanal benutzt. Dieser stellt Übertragungskapazität zwischen den Endgeräten und der Zentrale (Uplink) sowie zwischen der Zentrale und den Endgeräten (Downlink) zur Verfügung. Ein Verfahren zum Durchführen einer solchen Paketübertragung wurde in der deutschen Patentanmeldung 197 26120.5 [1] vorgeschlagen.

30

Mögliche Medien sind ein Funkkanal oder ein passives optisches Netz oder Kabelverteilstetze mit koaxialen Kabeln und/oder Glasfasern. Das Prinzip ist in Figur 1 gezeigt. An der Stelle eines Endgerätes kann sich auch ein Konzentrator mit mehreren Endgeräten befinden (Nebenstellenanlage in

35

Besitz des Teilnehmers oder Netzwerk-Unit im Besitz des

Netzbetreibers). Im folgenden wird ohne Einschränkung der  
Allgemeinheit von Endgeräten gesprochen. Mit 1 sind die  
Teilnehmer bzw. deren Endgeräte bezeichnet, mit 2 das  
gemeinsame Übertragungsmedium, mit 3 die Zentrale und mit 4  
das Übertragungsnetz. In bekannten leitungsvermittelten  
Systemen, z.B. Analogtelefon, ISDN, hat jedes Endgerät einen  
eigenen Anschluß an einen Netzknoten, wo diese Anschlüsse  
auf eine oder wenige Leitungen gebündelt werden, siehe Figur  
2. Das gleiche gilt für Endgeräte im ATM-Netzen (Asynchroner  
Transfermodus). Ein solcher Netzknoten stellt im Fall von  
ATM einen ATM-Multiplexer dar.

Das hier vorwiegend zu betrachtende Medium ist ein  
Funkkanal. Aufgrund der Ungebundenheit an einen Ort ist es  
üblich, daß die Endgeräte z.B. Notebooks oder andere  
tragbare Geräte sind, die mit Batterien betrieben werden  
können. Daher ist der Stromverbrauch ein wichtiges  
Verkaufsargument für solche Geräte.

Die folgenden Ausführungen wurden für den Einsatz in ATM-  
Netzen entwickelt, können aber sehr wohl auch in anderen  
Netzen, wie z.B. IP- (Internet Protokoll) oder Ethernet-  
Netzen verwendet werden.

Wichtig ist, daß die Netzknoten die Unterstützung von  
Dienstgüte garantieren. Da Pakete verschiedener Verbindungen  
verschieden schnell und zuverlässig übertragen werden  
müssen, ist die Einführung von Bedienstrategien notwendig.  
Zur Durchführung einer solchen Bedienstrategie ist es  
notwendig, daß die Benutzung des gemeinsamen Mediums  
koordiniert vonstatten geht, was sich nur mit einer  
Zentralansteuerung bewerkstelligen läßt. Solche  
Medienzugriffsprotokolle (Medium Acces Control, MAC) sind  
bekannt, siehe z.B. [2] und [3].

5 In GSM werden Stromsparverfahren verwendet. Diese Verfahren  
sind sehr einfach einzusetzen, da GSM leitungsvermittelte  
Kommunikation bereitstellt. Das heißt, daß es nur die  
Zustände „verbunden„ und „nicht verbunden„ gibt. Im Zustand  
10 „verbunden„ werden kontinuierlich Daten zwischen Netz und  
Teilnehmer ausgetauscht. Im Zustand „nicht verbunden„ muß  
sich das Endgerät in regelmäßigen Abständen darüber  
informieren, welche Basisstation aktuell am besten zu  
empfangen ist und ob ein Ruf für ein Endgerät ankommt.  
Einkommende Rufe werden von allen Basisstationen in der  
Roaming Area ausgesandt - dieser Vorgang wird Paging genannt  
- und das Endgerät meldet sich bei der aktuell besten  
Basisstation, um den Ruf zu übernehmen. Das Endgerät meldet  
15 sich selbst so lange nicht, bis es die sogenannte Roaming  
Area verläßt. In diesem Fall muß es sich in der neuen  
Roaming Area anmelden.

20 Auch in HIPERLAN Typ 1 Systemen gibt es das Verfahren zum  
Stromsparen. Es werden ebenfalls Pakete mit variabler Länge  
ausgetauscht. Allerdings ist das MAC-Protokoll dezentral  
organisiert und jeder Teilnehmer versucht im Wettbewerb mit  
anderen, den Kanal zu belegen ähnlich wie das Ethernet MAC-  
Protokoll. Der MAC ist verbindungslos, so daß immer ein  
Paket erwartet werden kann. Die Adresse des Empfängers und  
die Länge des Pakets werden zu Beginn eines jeden Pakets  
versendet, so daß jeder Teilnehmer zumindest jeden dieser  
Paketköpfe abhören muß. Wenn er feststellt, daß das Paket  
nicht für ihn bestimmt ist, kann er sich für die Dauer des  
Pakets, die er dem Kopf entnehmen kann, schlafen legen. Dies  
30 ist relativ ineffizient, da keine längeren Schlafphasen  
möglich sind. Zudem muß der Kanal immer abgehört werden,  
auch wenn aktuell kein Verkehr auftritt (zumindest der  
Leistungspegel).

35 Vorteile der Erfindung

Da die Kommunikation zwischen den Endgeräten bzw. zwischen Endgeräten und Zentrale insbesondere paketvermittelt stattfindet, können stromsparenden Verfahren auch bei bestehenden Verbindungen eingesetzt werden. Durch die zentrale Steuerung ist es zudem möglich, daß ein Endgerät zur Zentrale meldet, in welcher Weise es sich schlafen legt und wann es sich wieder meldet.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit Verfahren zum Stromsparen, die in Systemen mit zentral gesteuertem MAC eingesetzt werden können. Sie versucht, die Eigenschaften des MAC-Protokolls maximal auszunutzen und möglichst lange Zeiten zu erreichen, in denen die Aktivität der Endgeräte auf ein Minimum beschränkt werden kann. Es nützt aus, daß verschiedene stromverbrauchende Systemanteile sich sehr schnell aus- und wieder einschalten lassen, während andere Teile länger brauchen, um wieder betriebsbereit zu sein.

Die Erfindung löst auch das Problem der Synchronisation zwischen Endgerät und Zentrale. Aufgrund von Taktungenauigkeit kann es vorkommen, daß die Zeitreferenz eines Endgerätes nicht synchron zur Zentrale läuft. Daher ist eine Synchronisation zwischen beiden nötig, die nicht viel Strom verbrauchen darf.

Die Erfindung stellt ein sehr flexibles Verfahren zum Stromsparen dar, insbesondere dadurch, daß die Zeitspanne, nach der sich ein Endgerät wieder meldet, zwischen Zentrale und Endgerät frei ausgehandelt werden kann.

Diese Zeitspanne hängt davon ab, wie die Summe der Verkehrsparameter aller Verbindungen sich auswirkt. Wenn viele Verbindungen mit hohen Anforderungen an die Paketverzögerung offen sind, können diese Zeitspannen auch

nur sehr kurz sein. Wenn es sich um wenige Verbindungen mit geringen Anforderungen an die Paketverzögerung handelt, sind lange Schlafzeiten möglich.

5 Durch die Einführung verschiedener Stufen von Schlafzuständen, die so definiert werden, daß die Einschaltzeiten verschiedener Systemkomponenten effizient genutzt werden, läßt sich die Betriebsbereitschaft der Endgeräte ohne großen Energieaufwand optimieren.

10 Durch die zeitliche Synchronisation zwischen den Endgeräten und der Zentrale ist eine einfache und zuverlässige Datenübertragung in einem Kommunikationssystem erzielbar. Bekannte Verfahren sind aufgrund der nicht  
15 deterministischen Struktur des MAC-Protokolls nicht einfach zuverlässig zu implementieren oder benötigen gar den breitbandigen Empfang des Signals der Zentrale.

20 Ankündigungen für Empfangen und Senden werden nur von der Zentrale an ein Endgerät über einen gemeinsamen Ankündigungs kanal gegeben. Daher kann ein Endgerät schon aufgrund der grundsätzlichen Struktur des MAC-Protokolls nur zu sehr begrenzten Zeiten aktiv werden, um die nötigen Informationen zu empfangen. Da die Signalverarbeitung auch im Empfangsfall recht aufwendig ist, ist der Stromverbrauch in diesem Fall nicht zu vernachlässigen. Dieser Anteil am Stromverbrauch wird bei der Erfindung dadurch minimiert, daß die zeitlichen Intervalle zwischen den einzelnen Empfangsvorgängen vergrößert werden.

## Zeichnungen

Anhand der weiteren Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele  
5 der Erfindung näher erläutert. Es zeigen  
Figur 3 die grundsätzliche Struktur eines  
Übertragungsrahmens, von der die Erfindung ausgeht,  
Figur 4 ein Zustandsdiagramm zum Stromsparen,  
Figur 5 eine Einrichtung zur Synchronisation zwischen  
10 Endgerät und Zentrale,  
Figur 6 eine Beschreibung des Zustandsautomaten des  
Entscheiders,  
Figur 7 die Grundkonfiguration eines Ausführungsbeispiels  
mit drei Endgeräten,  
15 Figur 8 und Figur 9 die Übergänge zwischen den  
Betriebszuständen Bereitschaft und aktiv,  
Figur 10 ein Endgerät im Schlafzustand,  
Figur 11 ein Synchronisationssymbol,  
Figur 12 ein Synchronisationssymbol mit Aufweckfunktion,  
20 Figur 13 eine Struktur für den Austausch von  
Aufwecknachrichten,  
Figur 14 eine Aufwecksymbolfolge,  
Figur 15 die Übermittlung der Aufweckzeiten,  
Figur 16 die Übermittlung der Aufweckzeiten während der  
Assoziierung,  
Figur 17 ein weiteres Zustandsdiagramm zum Stromsparen,  
Figur 18 ein Diagramm zur Verlängerung der Schlafzeiten  
Figur 19 Stromsparen bei Verkehr mit konstanter Datenrate,  
Figur 20 ein Prinzip zur Glättung des Burstbetriebs.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bevor auf das eigentliche erfindungsgemäße Verfahren  
eingegangen wird, wird zuvor der in Figur 3 aufgezeigte  
35 Übertragungsrahmen beschrieben, von dem die Erfindung

5 ausgeht. Das Grundprinzip des DSA-Protokolls (Dynamic Slot Assignment) ist in der deutschen Patentanmeldung P 197 26 120.5 [1] ausführlich beschrieben. Das beschriebene Verfahren läßt sich sowohl für FDD- (Frequenzduplex) als auch für TDD-Systeme (Zeitduplex) anwenden. Im folgenden wird ohne Einschränkung der Allgemeinheit angenommen, daß die Übertragung nach dem TDD (Time Division Duplex)-System erfolgt. Der physikalische Kanal ist in Zeitschlitzte unterteilt, die jeweils einen Datenburst aufnehmen. Ein 10 solcher Datenburst enthält eine ATM-Zelle einschließlich dem notwendigen Overhead für eine Trainingssequenz, Synchronisation, Vorwärtsfehlerkorrektur FEC und Schutzzeiten. Im Downlink-Signalisierungsburst teilt der zentrale Controller jedem Endgerät eine bestimmte 15 Übertragungskapazität in Form von Zeitschlitzten für ein spezifisches Zeitintervall, SP (Signaling period) genannt, in Abhängigkeit von den Übertragungsressourcenanforderungen der Endgeräte T1, T2.. zu. Die Gesamtzahl der Schlitzte eines SP ist variabel und variiert über der Zeit.

20 Eine Uplink-Phase besteht aus einer Anzahl von Bursts, die von den Endgeräten gesendet werden, und einer Uplink-Signalisierungsphase. Während der Uplink-Signalisierungsphase sind die Endgeräte berechtigt, Signalisierungsmeldungen an den zentralen Controller zu senden, wenn sie keine reservierten Zeitschlitzte zugeteilt bekommen haben für die Übermittlung innerhalb der normalen Bursts (Pgback-Verfahren). Für die Uplink-Signalisierung ist Polling oder Random Access anwendbar. In der Downlink-Phase 30 werden die Signalisierungs-PDU (Protocol Data Unit) und alle Bursts vom zentralen Controller zu den Endgeräten gesendet. Innerhalb einer Signalisierungs-PDU werden alle notwendigen Informationen für die nächste SP einschließlich der Signalisierungsschlitzte zu den Endgeräten übertragen. 35 Zusätzlich enthält die Signalisierungs-PDU Feedback-



Meldungen für zuvor ausgesendete Uplink-Signalisierinformationen, die beispielsweise für eine Kollisionsauflösung oder Funktionen wie automatische Wiederholungsanforderung (ARQ) notwendig sind. Mit diesen  
5 Informationen wissen die Endgeräte, wann sie Bursts senden dürfen und empfangen können. Wenn unterschiedliche Arten von Bursts, z.B. kurz oder lang, benutzt werden, wird die Art der Bursts vom zentralen Controller innerhalb der Signalisierungs-PDU angekündigt.

10 Die Downlink-Signalisierung ist hier das zentrale Element der Betrachtung. Sie wird im folgenden Ankündigungs kanal (Announcement Channel, AC) genannt. Ein weiteres wichtiges Element ist die Uplink-Signalisierung, die meist mit  
15 Anfragen (Requests) von Endgeräten an die Zentrale zu tun hat. Dieses Element wird im folgenden Rückkanal RC genannt.

20 Das Verfahren nach der Erfindung arbeitet verbindungsorientiert, d.h. zwischen der Zentrale und dem Endgerät muß immer mindestens eine Verbindung aufgebaut werden, über die dann kommuniziert werden kann. Die Eigenschaften der Verbindung werden beim Verbindungsaufbau ausgehandelt. So kann eine Verbindung eine konstante  
25 Datenrate haben, während andere Verbindungen „burstartig“ sind, d.h. es kommt mal ganz viel, dann kommt weniger oder auch gar nichts. Die Zeiträume zwischen Bursts können recht lang sein.

30 Für einen Nachrichtenaustausch zwischen Endgerät und Zentrale ist es nötig, daß die Zentrale Bescheid weiß, wann ein Endgerät T1, T2... den Ankündigungs kanal AC abhört, um unnötige Aussendungen zu vermeiden und zudem nicht anzunehmen, daß das Endgerät nicht mehr am  
35 Kommunikationsprozeß teilnimmt, weil es sich nicht mehr meldet. Möglichkeiten hier sind entweder fest vorgegebene,

d.h. vereinbarte Zeiten oder die Mitteilung des Endgeräts, wann es wieder den Ankündigungs kanal AC abhört. Auf jeden Fall muß aber die Zentrale ZE unterrichtet werden, daß das Endgerät sich in einen Schlafzustand begibt, und das  
5 Endgerät muß eine Bestätigung erhalten, daß die Zentrale ZE dies registriert hat.

Der Stromverbrauch wird in einem Endgerät einerseits durch die Signalverarbeitungsleistung, im Sendefall aber auch durch das HF-Teil bestimmt. Signalverarbeitung fällt sowohl im Sende- als auch im Empfangsfall an, während das HF-Teil einen Großteil des Stromverbrauchs beim Senden aufweist. Der Hauptteil des Stromverbrauchs des HF-Teils entsteht im Leistungsverstärker/Endverstärker. Dieser verbraucht zum  
10 einen einen Ruhestrom, der auch entsteht, wenn nichts gesendet wird, und zum anderen muß er die notwendige Sendeleistung aufbringen. Da der Ruhestrom auch dann entsteht, wenn nichts zu senden ist, bietet es sich an, den Sendeverstärker so oft auszuschalten wie möglich. Auf der  
15 anderen Seite benötigt der Sendeverstärker im allgemeinen relativ lange, bis er wieder betriebsbereit ist, und kann also nur ausgeschaltet werden, wenn die zu erwartende hohe Dauer lange genug ist. Dies betrifft auch andere Teile des Systems, z.B. Heruntertakten oder Ausblenden des Takts von digitaler Hardware, Oszillatoren im HF-Teil, etc. Daher hängt die Zeit, die ein Endgerät braucht, um wieder betriebsbereit zu sein, davon ab, welche Systemanteile ausgeschaltet wurden.

30 Zu diesem Zweck werden erfindungsgemäß drei Zustände definiert, die im Zustandsdiagramm in Figur 4 zu sehen sind. Der Zustand aktiv bedeutet, daß ein Endgerät bereit ist, am Kommunikationsprozeß teilzunehmen, d.h. es hört jede Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC, den die Zentrale  
35 ZE aussendet, ab. Die beiden Zustände Bereitschaft und

Schlaf stellen verschiedene Stufen der Inaktivität dar, die sich im wesentlichen darin unterscheiden, daß im Zustand Schlaf mehr Systemkomponenten des Endgeräts ausgeschaltet werden und die Aufwachzeit länger wird, weil die  
5 Reaktivierung der einzelnen Komponenten länger dauert. Außerdem ist das Problem der zeitlichen Synchronisierung im Zustand Schlaf kritischer, da die zeitlichen Abstände zwischen abgehörten Ankündigungen auf dem Ankündigungs kanal AC größer sind.

10 Wenn das Endgerät im Zustand aktiv ist und es die Verkehrsparameter der aufgebauten Verbindungen zulassen, kann es der Zentrale ZE mitteilen, daß es jetzt in den Zustand Bereitschaft gehen möchte und jede wievielte  
15 Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC es abhört. Nachdem es die Bestätigung der Zentrale ZE erhalten hat, geht es in den Zustand Bereitschaft. Wenn es beim Abhören des Ankündigungs kanals AC feststellt, daß keine Nachrichten für es da sind, und selbst keine Zellen zu übertragen hat,  
20 bleibt es in diesem Zustand.

Für den Übergang in den Zustand aktiv gibt es zwei Anlässe:  
1. Die Zentrale ZE teilt dem Endgerät über den Ankündigungs kanal AC mit, daß sie Paket/e für das Endgerät hat, und teilt gleichzeitig mit, wann diese zu empfangen sind.

2. Das Endgerät selbst hat ein oder mehrere Pakete an die Zentrale ZE zu versenden. In diesem Fall greift das Endgerät  
30 auf den Rückkanal RC zu und gibt der Zentrale zu verstehen, daß es in den Zustand aktiv übergehen will und etwas zu übertragen hat. Im Ankündigungs kanal AC bestätigt die Zentrale ZE den Zustandsübergang und teilt dem Endgerät mit, wann es senden darf.  
35

Wenn das Endgerät längere Zeit im Zustand Bereitschaft war und die Verkehrscharakteristik der Verbindungen es erlaubt, kann es in den Zustand Schlaf übergehen. Dazu ist wiederum ein Nachrichtenaustausch mit der Zentrale ZE nötig, indem das  
5 Endgerät der Zentrale ZE mitteilt, jede wievielte Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC es abhört, und eine Bestätigung der Zentrale ZE erhalten muß. Es ist auch möglich, daß das Endgerät aus dem Zustand aktiv in den Zustand Schlaf übergeht. Auch in diesem Fall ist der zuvor  
10 geschilderte Nachrichtenaustausch zwischen Zentrale ZE und Endgerät nötig. Es gelten im wesentlichen die Mechanismen, die im Zustand Bereitschaft gelten, d.h. das Endgerät hört den Ankündigungs kanal AC in regelmäßigen - größeren - Abständen ab und verbleibt im Zustand Schlaf, wenn nichts zu  
15 empfangen - oder zu versenden - ist.

Der Aufwachvorgang - Übergang in den Zustand aktiv - geht ähnlich vor sich wie aus dem Zustand Bereitschaft. Wenn das  
20 Endgerät selbst etwas zu versenden hat, aktiviert es die deaktivierten Systemkomponenten und greift auf den Rückkanal RC zu. Falls die Zentrale ZE etwas an das Endgerät senden möchte, teilt sie dies dem Endgerät in der Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC, von der sie weiß, daß das Endgerät empfängt, mit. Da das Endgerät im Zustand Schlaf eine längere Zeit für die Aktivierung vor allem des Sendezweiges benötigt (der Empfangszweig muß ja aktiv sein, um den Ankündigungs kanal AC zu empfangen), müssen hierfür unter Umständen Mechanismen vorgesehen werden. Ein möglicher  
30 Mechanismus ist die Vereinbarung einer festen Aufwachzeit, nach der die Zentrale ZE dem Endgerät in dem Ankündigungs kanal AC einfach Kapazität zuweist. Eine weitere Möglichkeit ist, daß sich das Endgerät nach dem Aufwachen im Rückkanal RC bei der Zentrale ZE zurückmeldet.

In den Zuständen Bereitschaft und Schlaf ist es wichtig, daß ein Endgerät und die Zentrale ZE zeitlich sehr genau synchronisiert sind, vor allem, wenn die Synchronisationszeitpunkte weit auseinander liegen. Dies wird vorraussichtlich im Zustand Bereitschaft nicht der Fall sein, wohl aber im Zustand Schlaf. Bei einer Taktgenauigkeit der Quarze von Zentrale ZE und Endgeräten von beispielsweise je 20 ppm kann ein maximaler Taktversatz von 40 ppm auftreten. Bei 50 ms Schlafdauer kann dies bei einem Systemtakt von 25 MHz einen Versatz um bis zu 44 Takte bedeuten und entsprechend mehr bei längeren Schlafzeiten. Da die Empfangssynchronisation im allgemeinen taktgenau erfolgen muß, ist der Aufwand für die Neusynchronisation groß und kann unter Umständen mehrere Signalisierungsperioden dauern. Nachfolgend wird aufgezeigt, wie dieses Problem erfindungsgemäß gelöst wird.

Wichtige Voraussetzung für das Verfahren ist, daß es selbst sehr wenig Strom verbraucht, d.h. daß der Signalverarbeitungsaufwand gering ist. Eine weitere Voraussetzung ist, daß die Zentrale ZE regelmäßig Synchroninformationen, d.h. „Marken“ setzt, an denen sich ein Endgerät orientieren kann. Es bietet sich an, diese Marken jeweils an den Anfang der Signalisierungsperiode SP zu setzen. Die Signalisierungsperiodendauer ist konstant, während der Inhalt der Signalisierungsperiode variabel ist.

Eine solche Marke ist in [4] beschrieben. Diese Marke eignet sich sehr gut für OFDM-basierte Systeme, der Einsatz ist aber auch bei anderen Modulationsverfahren möglich. Die Realisierung der Detektion findet vorzugsweise analog statt. Eine Möglichkeit sind günstige und sehr stromsparende Begrenzungsverstärker, wie sie in DECT-Terminals Verwendung finden. Andere Detektionsverfahren sind möglich. Das wichtige an diesem Verfahren ist, daß die Detektion des

Rahmensymbols unabhängig von der übrigen Signalverarbeitung stattfindet. Dadurch wird bei Vorkommen der Marke ein Ereignis ausgelöst, das zur zeitlichen Synchronisation verwendet werden kann.

5

Das Verfahren nach [4] ist nicht zu 100% zuverlässig. Mit geringer Wahrscheinlichkeit kann einerseits ein Rahmensymbol detektiert werden, wenn keines aufgetreten ist, und andererseits kann es sein, daß ein Rahmensymbol aufgetreten ist, aber nicht detektiert wurde. Diese beiden Fehlerarten sind selten, können aber den Zählvorgang erheblich beeinflussen und zu Fehlern führen. Daher müssen Vorkehrungen getroffen werden, die es ermöglichen, diese Fehlerquellen zu minimieren. Dies geschieht beispielsweise durch den Einsatz eines oder mehrerer eigener Zeitgeber in Endgeräten, die mit dem Auftreten des Rahmensymbols zusammen eine nahezu perfekte Zuverlässigkeit gewährleisten. Die Zeitgeber sind hinreichend genau über eine Zeitdauer von mehreren Signalisierungsperioden. Eine mögliche Schaltung für das Endgerät T1 ist in Figur 5 gezeigt. In der Mitte sitzt der Entscheider ES, der die gesamte zeitliche Synchronisation steuert. Er ist verbunden mit der Rahmenerkennung RE und zwei Zeitgebern Z1 und Z2. Er kann die Zeitgeber Z1, Z2 einerseits einstellen und erhält andererseits nach deren Ablauf eine Nachricht.

10

15

20

Der Mechanismus des Entscheiders ES ist eine Zustandsmaschine, wobei deren Zustand sowie der Wert einiger Variablen im Zustandsspeicher ZS abgelegt und von dort gelesen werden können.

30

Ein Zähler NAC ist dem Entscheider ES zugeordnet. Der Entscheider ES ist mit der Steuerung ST verbunden, die ihrerseits mit den Systemkomponenten SK verbunden ist, an die eine Antenne AT angeschlossen ist.

35

Wenn das Endgerät T1 in den Schlafzustand übergeht, übergibt die Steuerung ST des Endgeräts T1 die Steuerung an den

Entscheider ES gemäß Figur 5, der seinerseits die Steuerung ST des Endgeräts T1 benachrichtigt, wenn es eine Ankündigung im Ankündigungs kanal AC abhören muß.

5 Der Ablauf des Zustandsdiagramms ist in Figur 6 gezeigt. Die verwendete Beschreibungssprache ist SDL (Standard Description Language). Wenn das Endgerät T1 sich im Schlafzustand befindet, wartet es regelmäßig im Zustand S1 auf den Ablauf des Zeitgebers Z1. Das Signal von Z1 kommt  
10 immer kurz bevor das Signal der Rahmenerkennung RE erwartet wird. Daraufhin setzt der Entscheider ES den Zeitgeber Z2 auf einen Wert, der kurz nach dem erwarteten Eintreffen des Rahmensignals liegt, und geht dann über in den Zustand S2. Durch diesen Mechanismus wird ein zeitliches Fenster  
15 geöffnet, in dem das Rahmensymbol erwartet wird, und somit falsch detektierte Rahmensymbole ausgeblendet.

Im Zustand S2 erwartet der Entscheider ES entweder ein Signal von der Rahmenerkennung RE oder vom Zeitgeber Z2.  
20 Wenn das Signal der Rahmenerkennung RE kommt, wird es benutzt, um die Zeitbasis des Endgeräts T1 zu korrigieren. Diese Korrektur setzt den tatsächlichen Zeitpunkt des Rahmensignals mit dem erwarteten Zeitpunkt in Beziehung. Eine höhere Genauigkeit dieser Korrektur kann durch eine zeitliche Mittelung über das Auftreten mehrerer Rahmensymbole erreicht werden. Falls das Rahmensignal nicht detektiert wird, weil die Detektion der Rahmenerkennung RE nicht absolut zuverlässig ist, wird das Signal des  
30 Zeitgebers Z2 ausgewertet und somit der Takt des Zeitgebers Z2 als Synchroninformation benutzt. Dies stellt sicher, daß jede Signalisierungsperiode mitgezählt wird.

Anschließend wird der Zähler NAC, der das Auftreten der Ankündigungen im Ankündigungs kanal AC zählt, um eins erhöht  
35 und geprüft, ob er mit dem Wert übereinstimmt, zu dem das

Endgerät T1 die entsprechende Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC abhören muß. Eine Differenz wird eingeführt, um sicherzustellen, daß das Endgerät genügend Zeit hat, für den Empfang des Ankündigungs kanals AC benötigte Systemkomponenten zu aktivieren. Falls dieser Wert noch nicht erreicht ist, geht der Entscheider ES wieder in den Zustand S1 über.

Falls der Wert erreicht ist, gibt der Entscheider ES ein Signal an die Steuerung ST des Endgerätes T1 mit der Anweisung, die besagte Ankündigung auf dem Ankündigungs kanal AC zu empfangen und auszuwerten. Falls die Auswertung ergibt, daß das Endgerät T1 weiterschlafen kann, wird der Zähler NAC für das Auftreten der Ankündigungen zurückgesetzt, und das Endgerät T1 geht in den Zustand S1 über. Falls es nicht weiterschlafen soll, geht der Entscheider ES in Zustand S4 und wartet darauf, daß die Steuerung die Anweisung gibt, wieder in den Schlafzustand zu gehen. Die an S4 anschließenden weiteren Aktionen sind nicht näher ausgeführt.

Die Grundkonfiguration des folgenden Ausführungsbeispiels ist in Figur 7 gezeigt. Die Endgeräte T1, T2 und T3 sind assoziiert mit der Zentrale ZE und kommunizieren mit ihr beispielsweise über einen gemeinsamen Funkkanal. Die Zentrale ZE ist in diesem Fall an ein Netzwerk NW angeschlossen, was aber nicht zwingend der Fall sein muß.

Zunächst befinden sich alle Endgeräte im Zustand aktiv. Nach einiger Zeit beschließt das Endgerät T1, daß es sich in den Zustand Bereitschaft begeben möchte und jede vierte Ankündigung des Ankündigungs kanals AC abhören wird, und teilt dies der Zentrale ZE mit, vgl. Figur 8. Die Zentrale ZE gibt die Bestätigung zurück an Endgerät T1, und Endgerät T1 geht in den Zustand Bereitschaft. Nun hört Endgerät T1



jede vierte Ankündigung des Ankündigungskanals AC der  
Zentrale ZE ab. Beim zweiten Abhören erhält Endgerät T1 die  
Nachricht, daß eine Nachricht zu empfangen ist. Endgerät T1  
geht in Zustand aktiv und kommuniziert normal mit der  
5 Zentrale ZE.

Endgerät T1 geht nun wieder in den Zustand Bereitschaft,  
siehe Figur 9. Dieses Mal wird der Übergang zurück in den  
Zustand aktiv durch eine Nachricht ausgelöst, die Endgerät  
10 T1 an die Zentrale ZE übertragen muß.

Nun beschließt Endgerät T2 in den Zustand Schlaf zu gehen  
und teilt der Zentrale ZE mit, daß es jede fünfzigste  
Ankündigung auf dem Ankündigungskanal AC abhören wird. Die  
15 Bekanntgabe und Bestätigung erfolgen wie zuvor erläutert, so  
daß sich Endgerät T2 nun im Zustand Schlaf befindet. Ein  
Ausschnitt aus den Vorgängen ist in Figur 10 gezeigt. Unten  
ist die Aussendung der Zentrale ZE mit den Ankündigungen im  
Ankündigungskanal AC zu sehen. Die Linien darüber zeigen die  
20 Situation aus Sicht des Entscheiders ES im Endgerät, nämlich  
die Ereignisse der Rahmendetektion und der Zeitgeber. Ganz  
oben ist der aktuelle Wert des Zählers NAC für die  
Ankündigungen im Ankündigungskanal AC angegeben. Kurz vor  
dem Auftreten einer Ankündigung springt Zeitgeber Z1 an und  
öffnet ein Fenster, innerhalb dessen die Rahmendetektion  
wahrgenommen werden kann und das durch den Zeitgeber Z2  
wieder geschlossen wird. In den vier ersten dargestellten  
Fällen wird die Erhöhung von NAC um eins durch die Detektion  
des Rahmensymbols ausgelöst. In der Periode, in der  $NAC = 33$   
30 ist, wird irrtümlicherweise ein Rahmensymbol detektiert, was  
aber keine Auswirkungen hat. Beim Übergang von  $NAC = 34$  auf  
 $NAC = 35$  wird das Rahmensymbol nicht detektiert. Daher wird  
die Erhöhung durch den Zeitgeber Z2 ausgelöst.

Da es möglich ist, daß ein Endgerät sich verzählt hat und daher die falsche Ankündigung im Ankündigungs kanal AC abhört, ist es sinnvoll, daß die Zentrale ZE die Ankündigung, von der sie weiß, daß das Endgerät sie abhört, auf jeden Fall eine Nachricht für eben dieses Endgerät versendet. Wenn keine Pakete für das Endgerät warten, wird dem Endgerät nur mitgeteilt, daß dies die richtige Ankündigung war und keine Nachrichten warten. Wenn das Endgerät beim Abhören des Ankündigungs kanals feststellt, daß es sich verzählt hat, muß es kurzzeitig in den Zustand aktiv gehen, sich bei der Zentrale ZE melden - durch Zugriff auf den Rückkanal RC - und sich zeitlich neu auf die Zentrale ZE synchronisieren. Anschließend kann es sich wieder in den Schlafzustand begeben.

Um die Auswirkungen des Verzählens zu mildern, ist es unter Umständen sinnvoll, daß das Endgerät im Schlafzustand immer mindestens drei oder mehr aufeinanderfolgende Ankündigungen im Ankündigungs kanal AC abhört - beispielsweise die Ankündigung, die es meint abhören zu müssen, sowie die Ankündigung davor und die Ankündigung danach. Falls in keinem der Ankündigungen eine Benachrichtigung des Endgerätes vorkommt, hat es sich verzählt und muß sich bei der Zentrale ZE melden, um sich zeitlich neu zu synchronisieren.

Nachfolgend werden weitere Alternativen beschrieben:

- Das Rahmensymbol muß nicht wie bisher beschrieben am Anfang der Signalisierungsperiode SP vorkommen, sondern kann vielmehr irgendwo innerhalb der Signalisierungsperiode SP positioniert sein,
- die Detektion des Rahmenbeginns muß nicht zwingend wie zuvor erfolgen,
- es ist nicht zwingend notwendig, jede Ankündigung im Ankündigungs kanal AC mitzuzählen, da das Auseinanderlaufen

des Taktes in der Zentrale ZE und des Endgerätes nicht sehr schnell vor sich geht, -wenn ein Endgerät in einem der Zustände Bereitschaft oder Schlaf ist und von der Zentrale ZE aufgeweckt werden soll, ist es auch möglich, daß dieses Aufwecken durch Versenden einer 1-bit Information geschieht statt durch das Abhören des Ankündigungs Kanals AC durch das Endgerät. Dies ist zum Beispiel mit einer Marke ähnlich der Marke, die zum Zählen der Signalisierungsperioden SP verwendet wird, möglich. Wesentlich dabei ist, daß auch diese Marke sich leicht und zuverlässig detektieren läßt. Desweiteren ist wichtig, daß sich diese zweite Marke von der ersten Marke zum Zählen der Signalisierungsperioden SP in der Form unterscheidet, daß sie bei der Detektion nicht verwechselt werden können. Falls mehrere Endgeräte zu diesem Zeitpunkt feststellen sollen, ob sie in den Zustand Aktiv übergehen sollen, wird das Auftreten der zweiten Marke so interpretiert, daß mindestens eines der Endgeräte, die aktuell betroffen sind, aufwachen soll.

Nachfolgend werden noch weitere Alternativen bzw. Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben.

Bisher wurde davon ausgegangen, daß die Zentrale ZE jeweils bis zum Erreichen desjenigen Übertragungsrahmens wartet, in dem das betreffende Endgerät zuhört, um Daten zu übertragen. Diese Vorgehensweise limitiert entweder die Schlafdauer oder führt zu langen Wartezeiten, wenn die Zentrale ZE außer der Reihe übertragen möchte. Um dies zu verhindern, wird nachfolgend ein Signal beschrieben, das von einem Endgerät jederzeit detektierbar ist. Dazu wird ein spezielles Synchronisationssignal/Rahmensymbol verwendet, welches neben seiner Synchronisationsfunktion auch in der Lage ist, eine Nachricht - insbesondere eine 1 Bit-Information - an alle Endgeräte zu senden. Wie Fig. 11 zeigt, wird in einer ersten

Hälfte der Zeit 5 für die Rahmensynchronisation die eine Hälfte der Bandbreite 6 mit einem Signal 7a belegt und die andere Hälfte der Bandbreite mit keinem Signal 8a. In einer zweiten Hälfte der Zeit 5 wird die andere Hälfte der Bandbreite 6 mit einem Signal 7b belegt und die eine Hälfte mit keinem Signal 8b. Ein derartiges

Rahmensynchronisationssignal kann durch eine einfache analoge Schaltung, beispielsweise bestehend aus Filtern, die auf die jeweiligen Bandbreitenhälften abgestimmt sind, mit nachfolgender Bewertungsschaltung detektiert werden. Dies spart im Vergleich zur digitalen Signalverarbeitung viel Strom, da ein Teil oder die ganze Vorrichtung zur digitalen Signalverarbeitung ausgeschaltet werden kann.

Zur Informationsübertragung wird dieses Signal, wie Fig. 12 zeigt, einfach invertiert. Jede Signalinversion der Synchroninformation/des Rahmensymbols wird erfindungsgemäß als Aufwecksymbol insbesondere für alle schlafenden Endgeräte verwendet, was aber nicht nur für alle schlafenden Endgeräte sondern auch für andere Endgeräte von Bedeutung sein kann. Die Erkennung des Rahmensynchronisationssymbols funktioniert bereits bei schlechteren Übertragungsbedingungen (Signal-Störabstand), als sie für die Demodulation des Datenstromes notwendig sind. Im normalen Betrieb wird das in Fig. 11 gezeigte Symbol gesendet. Für den Fall, daß die Zentrale ZE eine Nachricht an ein oder mehrere insbesondere schlafende Endgeräte senden möchte, aber dies nicht auf dem bisher beschriebenen Wege über die periodischen aktiven Rahmen geschehen soll, wird ein anderes

Rahmensynchronisationssymbol gemäß Fig. 12 gesendet. Es müssen dabei von allen Endgeräten beide Symbolarten durch entsprechende Detektionseinrichtungen ausgewertet werden können, um sowohl eine normale Synchronisierung als auch die Detektion des Aufwecksymbols zuverlässig zu gewährleisten. Bei Auftreten des normalen Symbols ändert sich zu dem zuvor

beschriebenen Verfahren nichts. Bei Auftreten jedes neuen Aufwecksymbols gehen jedoch alle Endgeräte vom Schlaf- oder Bereitschaftsmodus in den Aktivmodus über und werten einen der folgenden Rahmen aus, um den Grund zu erfahren, warum sie aufgeweckt wurden.

Damit die Zentrale weiß, wann sie die Endgeräte nach dem Aufwecksymbol ansprechen kann, muß das Endgerät bei der Assoziierung, also beim Anmelden des Endgerätes bei der Zentrale ZE oder bei der Anforderung des Schlafmodus übertragen, nach welcher Zeitspanne es wieder im Aktivmodus ist. Diese Zeitspanne variiert sehr stark in Abhängigkeit davon, welche Komponenten des Endgeräts abgeschaltet waren.

Fig. 13 zeigt hierzu ein Ausführungsbeispiel. Die Endgeräte T2 und T3 sollen sich in einem Stromsparmodus befinden, während Endgerät T1 aktiv ist. Wenn jetzt die Zentrale ZE eine Nachricht für Terminal T3 hat, die nicht warten kann, bis dieses Endgerät wieder einen Rahmen abhört, sendet die Zentrale ZE ein Aufwecksymbol als Synchronisationssymbol. Daraufhin gehen die Endgeräte T2 und T3 in den Aktivmodus. Dieser Vorgang dauert im Endgerät T2 kürzer als im Endgerät T3, da im Endgerät T3 mehr Komponenten abgeschaltet waren oder die Aufweckzeit durch die herstellerspezifische Implementierung länger ist. Da bei längeren Schlafzeiten insbesondere diejenigen Komponenten deaktiviert werden, die sehr lange brauchen, um wieder aktiv zu sein, kann dieser Zeitunterschied erheblich sein. Damit die Zentrale ZE weiß, in welchem folgenden Rahmen es die Information für Endgerät T3 senden kann, muß dieses vorher mitteilen, welche Aufweckzeiten, d.h. Reaktivierungszeiten es benötigt. Sobald Endgerät T2 nach der Aufwecknachricht empfangsbereit ist, sendet die Zentrale ZE eine Nachricht, daß das Endgerät T2 weiterschlafen kann, da die Daten nur Endgerät 3 betreffen. Sobald Endgerät T3 bereit ist und sich ebenfalls gemeldet

hat, sendet die Zentrale ZE die zu übertragenden Daten. Das Endgerät T3 befindet sich jetzt im Zustand aktiv. Wenn nach einiger Zeit keine Daten mehr von oder zum Endgerät übertragen werden müssen, kann es eine erneute Schlafanfrage an die Zentrale ZE senden. Fig. 14 zeigt die Aufwecksymbolfolge mit den unterschiedlichen Rahmensynchronisationssymbolen RS1 und RS2. RS1 stellt hierbei das Synchronisationssymbol gemäß Fig. 11 dar und RS2 das Synchronisationssymbol gemäß Fig. 12.

Am einfachsten ist es die Aufweckzeiten (wake up time) während der Verhandlung über die Schlafphasen (sleep request) zu übertragen. Dies ist in Fig. 15 dargestellt. Ein Endgerät ist hier mit „Terminal“ bezeichnet. Ein Terminal sendet bei der Schlaf-Anforderung die Zeit mit, die es benötigt, um aus dieser Schlaftiefe zu regenerieren (Aufweckzeit). Möglich ist auch eine Übertragung der zum Aufwachen benötigten Zeit (Aufweckzeit) während der Assoziierung des Terminals. Dies ist in Fig. 16 dargestellt. Möglich ist auch diese Aufweckzeiten in Abhängigkeit der Länge der Schlafphasen als Systemparameter festzuschreiben. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, diese Länge der Schlafphasen nicht zu übertragen, sondern festzulegen, daß ein Endgerät (Terminal) über einen Random Access Channel (wahlfreien Zugriffskanal) zugreift, sobald es bereit ist. Wenn das Aufwecksignal grundsätzlich die einzige Methode ist, schlafende Endgeräte aufzuwecken, ist eine Übertragung der Länge der Schlafphasen nicht unbedingt erforderlich. In diesem Fall wird ein Aufwecksymbol gesendet, wenn Daten für ein Endgerät vorliegen. Das Endgerät (Terminal) kann seinerseits über den Kanal mit wahlfreiem Zugriff (Uplink-Signalisierungskanal) Übertragungskapazität anfordern (Fig. 14). Es ist vorteilhaft, nicht ein Aufwecksymbol zwischen den Rahmensymbolen zu senden, sondern die beiden Symbole jeweils zu alternieren. D.h. zunächst wird gemäß Fig. 14 das

Rahmensynchronisationssymbol RS1 gesendet, dann zum Aufwecken auf das Rahmensynchronisationssymbol RS2 gewechselt, bis der nächste Aufweckvorgang wieder mit dem Rahmensynchronisationssymbol RS1 eingeleitet wird. Das hat  
5 den Vorteil, daß auch diejenigen Terminals aufwachen, die ein Rahmensynchronisationssymbol nicht oder fehlerhaft detektiert haben.

Bisher wurde von drei verschiedenen Betriebszuständen:  
10 Aktivphase, Bereitschaftsphase und Schlafphase ausgegangen. Es ist auch möglich wie die Fig. 17 zeigt nur zwei Betriebszustände zu definieren, nämlich eine Aktivphase und eine Schlafphase, in der die Bereitschafts- und Schlafphasen  
15 zusammengeführt sind. Dazu kann die Zeit für die ein Endgerät schläft bis es wieder einen Broadcast Channel abhört über der Zeit verändert werden. Dadurch ist es möglich die Schlafphasen dynamisch an das Nutzerverhalten anzupassen oder in Abhängigkeit von Nutzervorgaben einzustellen. Ein Endgerät kann dadurch jeweils so lange  
20 schlafen, wie es dies aufgrund seiner aktuellen Parameter für sinnvoll hält. Diese Parameter sind in erster Linie die Parameter der Verbindungen, die das Endgerät hält, wie z.B. die Datenrate, die maximal zulässige Verzögerung oder die Zwischenankunftszeit zwischen Datenpaketen. Der Nutzer kann durch manuelle Konfiguration insbesondere zugunsten längerer Batterielebensdauer die Dauer der Schlafphasen heraufsetzen, nimmt dann aber größere Verzögerungen in der  
Datenübertragung in Kauf. Eine sukzessive Verlängerung der Dauer der Schlafphasen ist dann sinnvoll, wenn das  
30 Nutzerverhalten einen Rückschluß darauf zuläßt, insbesondere wenn das Endgerät z.B. nur noch sporadisch benutzt wird oder schon längere Zeit nicht benutzt wurde. Wie Fig. 18 zeigt, sind insbesondere zwei Sleep Timer für unterschiedliche Schlafphasen - Sleep Time 1 und Sleep Time 2 - vorgesehen.  
35 Ein Terminal sendet dazu eine neue Schlafanforderung (Sleep

request), nachdem die Zentrale ZE die Fortsetzung des Schlafmodus bestätigt hat (Continue sleep). Unter einer sukzessiven Verlängerung soll auch der Fall verstanden werden, daß die Schlafphasen zuerst geringfügig reduziert werden, um dann anschließend umso mehr erhöht zu werden, z.B. von einer Dauer von 10 Rahmen zunächst auf 9 und anschließend auf 30. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, daß der Verlauf der Schlafphasen über der Zeit in Summe eine Erhöhung aufweist.

Als Parameter, die von dem Terminal selbst gesetzt werden und bei der Ermittlung der optimalen Schlafphasen eine Rolle spielen, kann der Batteriestatus genannt werden: längere Schlafphasen, aber dadurch schlechtere Qualität, wie längere Wartezeiten auf Übertragung oder beim Verbindungsaufbau bei nachlassender Batteriekapazität.

Als Beispiele kann von einem Terminal ausgegangen werden, das wie in Fig. 13 bei einer Zentrale ZE angemeldet ist. An diesem Terminal arbeitet ein Nutzer, der insbesondere WWW-Applikationen, wie z.B. Netscape oder Internet Explorer benutzt. Diese Applikationen haben die Eigenschaft, einen stark burstartigen, d.h. schwankenden Datenstrom zu erzeugen. Außerdem hat das Verhalten des Nutzers einen starken Einfluß auf die zu übertragende Datenmenge: bei Aufruf einer neuen Webseite werden kurz viele Daten übertragen, beim Lesen dieser Seite dann für längere Zeit keine mehr. Bei diesen Applikationen kann zudem, anders als bei Echtzeitanwendungen wie Sprache, Video, die maximal zulässige Verzögerung recht hoch gewählt werden. Dadurch kann dieses Terminal häufig zwischen den Aktivitäten des Nutzers (Anklicken eines Links) in relativ lange Schlafphasen übergehen. Wenn jetzt dieser Nutzer das Terminal längere Zeit verläßt, kann die Dauer der Schlafphase langsam erhöht werden. Dies führt dazu, daß



immer mehr Komponenten des Terminals abgeschaltet werden können.

Bei diesem Terminal läßt jetzt die Batteriekapazität nach. Daraufhin setzt das Terminal die Dauer der Schlafphasen herauf und verlängert dadurch die Funktionszeit auf Kosten der Übertragungsqualität. Dies kann auch dann passieren, wenn ein Nutzer das Terminal benutzt.

Eine weitere Möglichkeit ist die Kombination der Verfahren. Das heißt, sowohl das Nutzerverhalten als auch die Parameter der aktiven Verbindungen wie auch der Batteriezustand werden in die Ermittlung der Dauer der Schlafphasen einbezogen.

Es gibt auch Datenverkehr, der nicht wie zuvor beschrieben burstartig, d.h. schwankend ist, sondern seine Daten mit großer Regelmäßigkeit sendet, z.B. Sprache. Diese entspricht der Diensteklasse CBR (Constant Bitrate) bei ATM

(Asynchronous Transfer Mode). Für die weitere Beschreibung erfindungsgemäßer Lösungen wird die Bezeichnung dieser Diensteklasse beibehalten, ohne jedoch eine Einschränkung auf ATM vorauszusetzen. Da bei konstanter Bitrate sowohl das Terminal als auch die Zentrale ZE die Verkehrsparameter der bestehenden Verbindung kennen, ist hier eine Signalisierung für einen Stromsparbetrieb nicht mehr regelmäßig notwendig. Ein Terminal T1 überträgt dabei nur einmal, daß es zwischen den Übertragungen schläft und deshalb in dieser Zeit nicht für eine außerplanmäßige Übertragung zur Verfügung steht.

Das Terminal T1 kennt den Rahmen, in dem die nächste Übertragung stattfindet, siehe Fig. 19. Dabei geht das Terminal T1 ohne Signalisierung in den Schlafmodus. Bei anderen Verkehrsarten muß das Terminal T1 vorher aufgeweckt werden. Wie Fig. 19 zeigt, geht das Terminal T1 rechtzeitig vor einem Rahmen, in dem eine Übertragung stattfindet - in

Fig. 18 in den Rahmen 1, 4 und 7... - in den Aktivmodus über, um die Daten zu empfangen und schläft anschließend wieder ein. Da letztgenanntes Verfahren den notwendigen Signalisierungsaufwand stark reduziert, kann es nützlich sein auch Nicht-CBR-Verkehr, soweit es seine Verkehrsparameter zulassen, zu glätten, d.h. einen Burst (große, in kurzer Zeit auftretende Datenmenge) über der Zeit zu verteilen. Dies ist in Fig. 20 dargestellt. Dadurch ist es möglich das Verfahren mit reduziertem Signalisierungsaufwand auch für andere Dienstklassen wie VBR, ABR zu verwenden. Auch hier ist die Verwendung von ATM nicht zwingend.

In einem Szenario wie unter Fig. 13 beschrieben, in dem viele Terminals an eine Zentrale ZE angeschlossen sind, jetzt nicht unbedingt im Schlafmodus, ist es vorteilhaft eine Möglichkeit zu haben, die Terminals in verschiedene Kategorien einzuteilen.

Dazu wird das Verfahren genutzt, das für das Stromsparen bereits vorhanden ist. Allerdings wird eine Schlaf-Bestätigung von der Zentrale ZE nur an diejenigen Terminals gesendet, die zusammengefasst werden. In dieser Nachricht teilt die Zentrale ZE mit, jeden wievielten Rahmen ein Terminal den Übertragungsrahmen abhören soll. Dadurch ist eine Aufteilung der zur Verfügung stehenden Datenrate auf viele Terminals möglich.

Außerdem kann ein Terminal mit einer leicht modifizierten Schlaf- Anordnung mitteilen, daß es nur jeden n-ten Rahmen abhört. Dadurch verringert sich für dieses Terminal die Dienstgüte, dafür ist es aber möglich, diesem Terminal den Zugang günstiger anzubieten. Auch der Stromverbrauch des Terminals sinkt durch die häufigen Schlafzeiten. Als Ausführungsbeispiel sei ein Szenario wie unter Fig. 13

beschrieben angenommen mit vielen IP(Internet Protokoll)-  
Terminals. Diese haben die Eigenschaft, daß sie keine  
Dienstgüte verlangen und unterstützen. IP in der derzeit  
gebräuchlichen Version unterstützt ausschließlich „Best-  
5 Effort“, d.h. Übertragung so gut wie möglich. Diese  
Terminals versuchen also Daten so schnell wie möglich zu  
senden. Da bei Funksystemen die Bandbreite stark limitiert  
ist, können diese Terminals (Endgeräte) in Cluster  
aufgeteilt werden, die nur jeweils alle N Rahmen Zugriff auf  
10 den Funkkanal erhalten, z.B. Terminal 1 im Rahmen 1,  
Terminal 2 in Rahmen 2,... Dadurch wird der entstehende  
Verkehr stark geglättet und der Gesamtdurchsatz erhöht.

15  
  
20 Literatur:

- [1] Deutsche Patentanmeldung 197 26 120.5,
- [2] D. Petras, A. Krämling „MAC protocol with polling and  
fast collision resolution for an ATM air interface“, IEEE  
ATM Workshop, San Fransico, CA, August 1996,
- [3] D. Petras, A. Krämling, A. Hettich, „MAC protocol for  
Wireless ATM: contention free versus contention based  
transmission of reservation requests“, PIMRC`96, Teipei,  
Taiwan, October 1996,
- [4] K. Brüninghaus, M.Radimirsch, „Coarse Frame  
30 Synchronisation for OFDM based Wireless Communication  
Systems“, PIMRC`98, Boston, USA, September 1998

30.12.98 Sk/Ks

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

## Ansprüche

1. Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen Kommunikationssystem mit Paketvermittlung mit einer Zentrale (ZE), die selbst ein Endgerät sein kann und die in einem rahmenstrukturierten Ankündigungs kanal (AC) Mitteilungen für die Endgeräte (T1, T2, ...) aussendet und in einem Rückkanal (RC) Mitteilungen der Endgeräte (T1, T2,...) empfängt, mit folgenden Schritten:

- den Endgeräten (T1, T2,...) werden mindestens zwei Betriebszustände zugeordnet, wobei ein erster Betriebszustand eine Aktivphase definiert, in welcher ein Endgerät (T1, T2,...) jede Ankündigung im Ankündigungs kanal (AC) abhört, und wobei ein weiterer Betriebszustand eine Schlafphase definiert, in der der Ankündigungs kanal (AC) nur in Abständen abgehört wird,
- zu Synchronisationszwecken der Endgeräte (T1, T2,...) werden Synchroninformationen wie z.B. Rahmensymbole durch die Zentrale (ZE) ausgesendet,
- von den Endgeräten (T1, T2,...) werden die Synchroninformationen/Rahmensymbole zumindest in Zeitabständen auch im weiteren bzw. den weiteren Betriebszustand/-zuständen zur Korrektur ihrer Zeitbasis ausgewertet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Betriebszustand eine Bereitschaftsphase definiert, in der der Ankündigungs kanal (AC) periodisch in zuvor festgelegten Zeitfenstern abgehört wird, wobei einige

Systemkomponenten (SK) eines Endgeräts (T1, T2,...) abgeschaltet sind, und beim weiteren Betriebszustand als drittem Betriebszustand noch mehr Systemkomponenten (SK) abgeschaltet sind, deren Reaktivierung länger dauert als im zweiten Betriebszustand.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Endgerät (T1, T2, ...), das in den zweiten oder dritten Betriebszustand übergehen möchte, der Zentrale (ZE) eine entsprechende Mitteilung macht und der Zentrale (ZE) auch mitteilt, wann es sich wieder melden wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom ersten in den zweiten oder dritten Betriebszustand oder vom zweiten in den dritten Betriebszustand erst durchgeführt wird, wenn von der Zentrale (ZE) eine Bestätigung empfangen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitspanne, für die ein Endgerät (T1, T2,...) in die zweite oder dritte Betriebsphase übergeht, zwischen der Zentrale (ZE) und dem entsprechenden Endgerät (T1, T2,...) insbesondere in Abhängigkeit der Verkehrsparameter der Verbindungen ausgehandelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeiten, in denen die Endgeräte (T1, T2,...) den Ankündigungs kanal (AC) abhören, von der Zentrale (ZE) entweder fest vorgegeben werden oder von den Endgeräten (T1, T2,...) zur Zentrale (ZE) gemeldet werden und von dort bestätigt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Übergang von dem weiteren bzw. zweiten oder dritten Betriebszustand in den ersten

Betriebszustand dann vorgenommen wird, wenn die Zentrale (ZE) dem entsprechenden Endgerät (T1, T2,...) mitteilt, daß es Datenpakete für das Endgerät (T1, T2,...) hat, wobei die Zentrale (ZE) dem Endgerät auch mitteilt, wann diese Datenpakete zu empfangen sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Übergang von dem weiteren bzw. zweiten oder dritten in den ersten Betriebszustand dann vorgenommen wird, wenn ein Endgerät (T1, T2,...) selbst ein oder mehrere Datenpakete an die Zentrale (ZE) senden möchte, wobei dieses Endgerät (T1, T2,...) auf den Rückkanal (RC) zugreift und der Zentrale (ZE) mitteilt, daß es in den ersten Betriebszustand übergehen möchte und etwas zu übertragen hat, und wobei die Zentrale (ZE) den Betriebszustandsübergang im Ankündigungs kanal (AC) bestätigt und dem Endgerät (T1, T2,...) mitteilt, wann es senden darf.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom zweiten in den dritten Betriebszustand dann vorgenommen wird, wenn ein Endgerät (T1, T2,...) längere Zeit im zweiten Betriebszustand war und die Verkehrscharakteristik dies zuläßt, wobei dieses Endgerät (T1, T2,...) der Zentrale (ZE) mitteilt, in welchen Abständen es den Ankündigungs kanal (AC) abhört und der Übergang erst nach Bestätigung durch die Zentrale (ZE) vorgenommen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß für den Übergang vom weiteren bzw. dritten in den ersten Betriebszustand eine feste Aufwachzeit vereinbart wird, nach der die Zentrale (ZE) dem entsprechenden Endgerät (T1, T2,...) im Ankündigungs kanal (AC) Kapazität zuweist oder, daß sich das Endgerät (T1,

T2,...) nach dem Aufwachen im Rückkanal (RC) bei der Zentrale (ZE) zurückmeldet.

5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektion eines Rahmensymbols, welches vorzugsweise zu Beginn eines Rahmens gesendet wird, unabhängig von der übrigen Signalverarbeitung detektiert wird.

10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom weiteren bzw. zweiten oder dritten in den ersten Betriebszustand durch Versenden einer Marke, insbesondere einer 1-bit Information, ähnlich dem Ankündigungs kanal (AC) vorgenommen wird, wobei sich  
15 diese Marke in der Form von der Marke, die zum Ankündigungs kanal (AC) gehört, unterscheidet.

20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchroninformationen/Rahmensymbole auch dazu benutzt werden Nachrichten an die Endgeräte (T1, T2,...), insbesondere an jene Endgeräte im weiteren bzw. zweiten und/oder dritten Betriebszustand, zu senden.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung von Nachrichten, insbesondere 1-Bit-Informationen, die Synchroninformationen/Rahmensymbole invertiert werden.

30 15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachrichten in den Synchroninformationen/Rahmensymbolen aus Aufwecksymbolen für die Endgeräte (T1, T2,...) insbesondere im weiteren bzw. zweiten und/oder dritten Betriebszustand bestehen, wobei eine Signalinversion insbesondere für jeden neuen  
35 Aufweckvorgang durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeiten, für die ein Endgerät im weiteren bzw. zweiten oder dritten Betriebszustand verbleiben möchte, der Zentrale (ZE) mitgeteilt werden oder festgelegt wird, daß ein Endgerät auf einen wahlfreien Zugriffskanal zugreift, sobald es betriebsbereit ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweckzeiten, d.h. die Zeiten, die ein Endgerät zum Übergang in die Aktivphase benötigt, der Zentrale (ZE) mitgeteilt werden, insbesondere während der Aushandlung der Schlafphase oder während der Assoziierung des Endgerätes.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweckzeiten, d.h. die Zeiten, die ein Endgerät zum Übergang in die Aktivphase benötigt, in Abhängigkeit von den Schlafphasen als Systemparameter festgelegt werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß Endgeräte ausschließlich durch Aufwecksymbole reaktiviert werden, eine Übertragung der Dauer der Schlafphasen unterbleibt und die Aufwecksymbole dann gesendet werden, wenn Daten für ein Endgerät vorliegen.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Dauer der Schlafphasen dynamisch an das Nutzerverhalten angepasst werden oder in Abhängigkeit von Nutzervorgaben eingestellt werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlafphasen sukzessive verlängert werden, wenn ein



Endgerät nur noch sporadisch benutzt wird oder schon längere Zeit nicht mehr benutzt wurde, wobei eine Verlängerung insbesondere so definiert wird, daß der Verlauf der Schlafphasen über der Zeit in Summe eine Erhöhung aufweist.

5

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlafphasen zugunsten einer längeren Batterielebensdauer der Endgeräte verlängert werden.

10

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere bei Betrieb mit annähernd konstanter Datenrate der Übergang in eine Schlafphase ohne Signalisierung erfolgt und ein Übergang in eine Aktivphase ohne vorherige Auswertung eines Aufwecksymbols vorgenommen wird.

15

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verringerung des Signalisierungsaufwandes burstartiger Datenverkehr über der Zeit verteilt wird.

20

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß Endgeräte (T1, T2, ...) in verschiedene Kategorien eingeteilt werden und daß die Zentrale (ZE) den Endgeräten (T1, T2...) einer Kategorie jeweils mitteilt jeden wievielten Übertragungsrahmen ein Endgerät abhören soll.

30

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß Endgeräte (T1, T2, ...) in verschiedene Kategorien eingeteilt werden und daß die Zentrale (ZE) in Abhängigkeit der Kategorie verschiedene Dienstegüten zuteilt.

35

27. Anordnung zum stromsparenden Betrieb eines Kommunikationsendgerätes (T1, T2,...) für insbesondere ein drahtloses Kommunikationssystem mit Paketvermittlung mit folgenden Merkmalen:

- einem Entscheider (ES), mittels dessen die zeitliche Synchronisation des Endgerätes (T1, T2,...) in Bezug auf die von einer Zentrale (ZE) empfangene Synchroninformation/Rahmensymbole steuerbar ist und welcher die Steuerung des Endgerätes (T1, T2,...) von der eigentlichen Steuerung (ST) des Endgerätes (T1, T2,...) übernimmt, wenn das Endgerät (T1, T2,...) von einem aktiven ersten Betriebszustand in einen weiteren bzw. zweiten oder dritten Betriebszustand, beispielsweise eine Bereitschaftsphase oder Schlafphase, übergeht,
- einer Zeitgebereinrichtung (Z1, Z2), die vom Entscheider (ES) aus steuerbar ist und die ein zeitliches Fenster für den Empfang der Synchroninformation/Rahmensymbole öffnet, wenn eine solche zu erwarten ist, wobei eine empfangene Synchroninformation dazu verwendbar ist, die Zeitbasis des Endgerätes (T1, T2,...) zu korrigieren.

28. Anordnung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zähler (NAC) vorgesehen ist, der das Auftreten von Ankündigungen in einem Ankündigungs kanal (AC), auf den das Endgeräte (T1, T2,...) Zugriff hat, zählt und in Abhängigkeit der gezählten Ankündigungen prüft, ob das Endgerät (T1, T2,...) den Ankündigungs kanal (AC) abhören muß und dazu benötigte Systemkomponenten (SK) aktivieren muß.

29. Anordnung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Zähler (NAC) bei Nichtübereinstimmung der gezählten Ankündigungen mit einem vorgegebenen Zählerstand rücksetzbar ist und bewirkt, daß das Endgerät (T1, T2,...) weiter in einem weiteren bzw. zweiten oder dritten Betriebszustand

verbleiben kann, und daß bei Übereinstimmung der gezählten Ankündigungen mit vorgegebenem Zählerstand ein Steuersignal vom Entscheider (ES) zur eigentlichen Steuerung (ST) des Endgerätes (T1, T2,...) übertragbar ist, welches bewirkt,  
5 daß Systemkomponenten (SK) zum Empfang von Ankündigungen auf dem Ankündigungs kanal (AC) aktivierbar sind und die Ankündigungen auswertbar sind.

10 30. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß bei nichtgelungener Detektion der Synchroninformation/Rahmensymbole der Zeittakt der Zeitgebereinrichtung (Z1, Z2) selbst für Synchronzwecke auswertbar ist.

15 31. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß für eine Korrektur der Zeitbasis eines Endgerätes (T1, T2,...) mehrere empfangene Synchroninformationen/Rahmensymbole zeitlich gemittelt werden und aus dieser Mittelung die Korrektur für die  
20 Zeitbasis des Endgerätes (T1, T2,...) aufbereitbar ist.

32. Anordnung nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß Detektionseinrichtungen sowohl für normale Synchroninformationen/Rahmensymbole als auch für invertierte Synchroninformationen/Rahmensymbole vorgesehen sind.

30.12.98 Sk/Ks

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von  
Kommunikationsendgeräten in einem insbesondere drahtlosen  
Kommunikationssystem sowie Anordnung

10

Zusammenfassung

15

Bei einem Verfahren für einen stromsparenden Betrieb von  
Kommunikationsendgeräten (T1, T2) in einem  
Kommunikationssystem werden mindestens zwei Betriebszustände  
definiert: aktiv, und Schlaf sowie gegebenenfalls  
Bereitschaft

20

Über einen Ankündigungs kanal (AC) werden Ankündigungen einer  
Zentrale (ZE) innerhalb von festgelegten Zeitfenstern  
abgehört und danach die Endgeräte (T1, T2) in ihren  
Betriebszuständen gesteuert.

Auch in den Schlafphasen bzw. Bereitschaftsphasen werden  
Synchroninformationen/Rahmensymbole der Zentrale (ZE)  
ausgewertet.

(Figur 8)

30

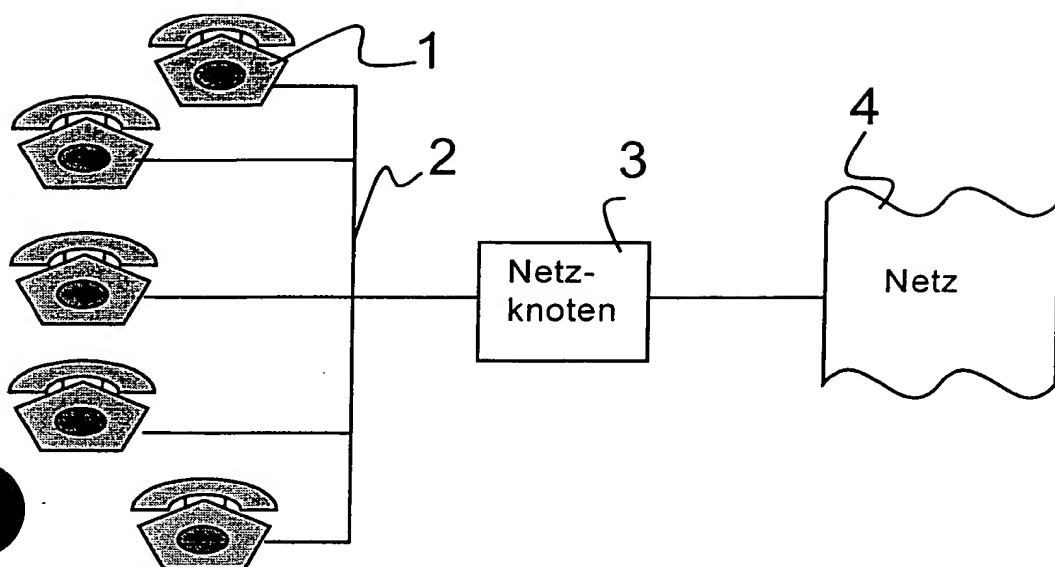


Fig 1

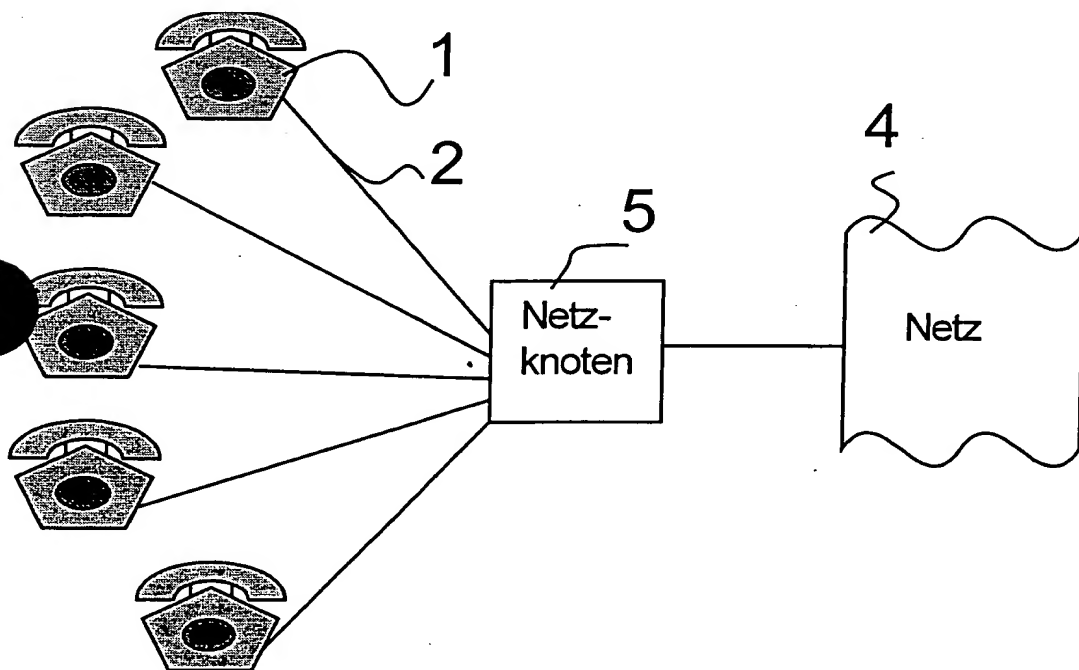


Fig 2

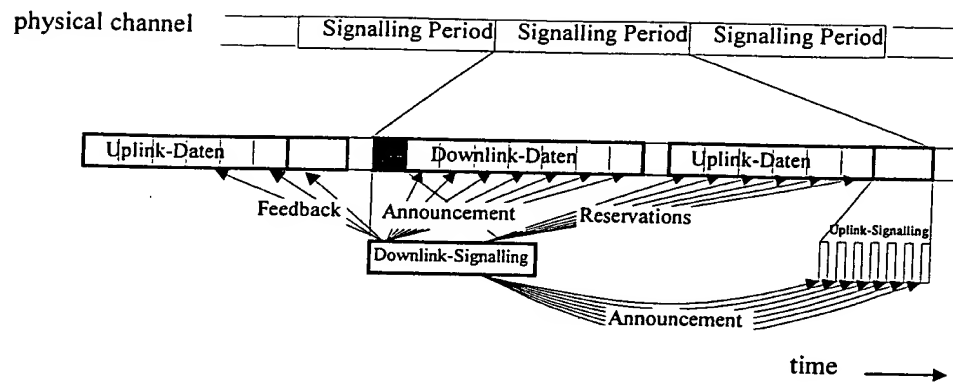


Fig 3

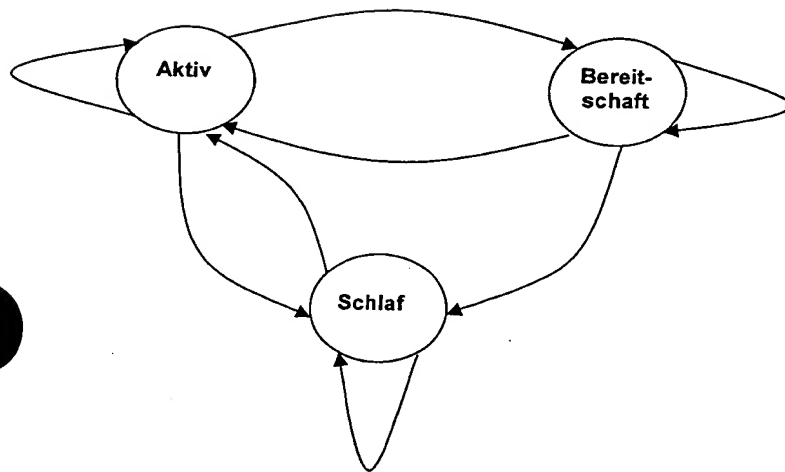
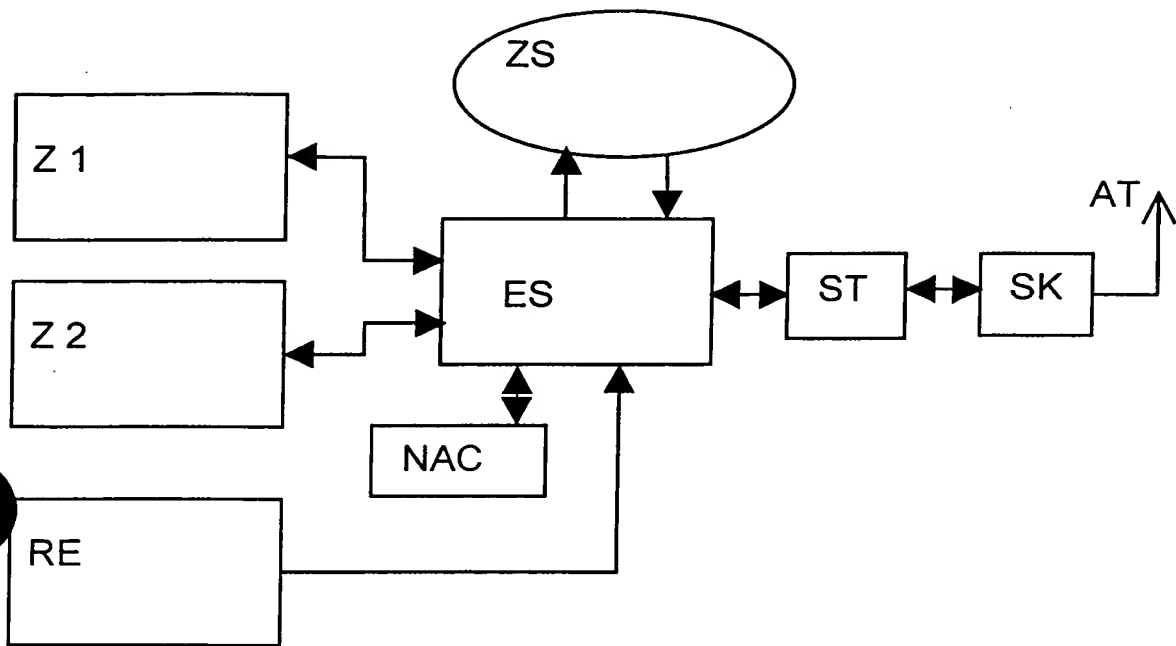


Fig 4

**Fig 5**

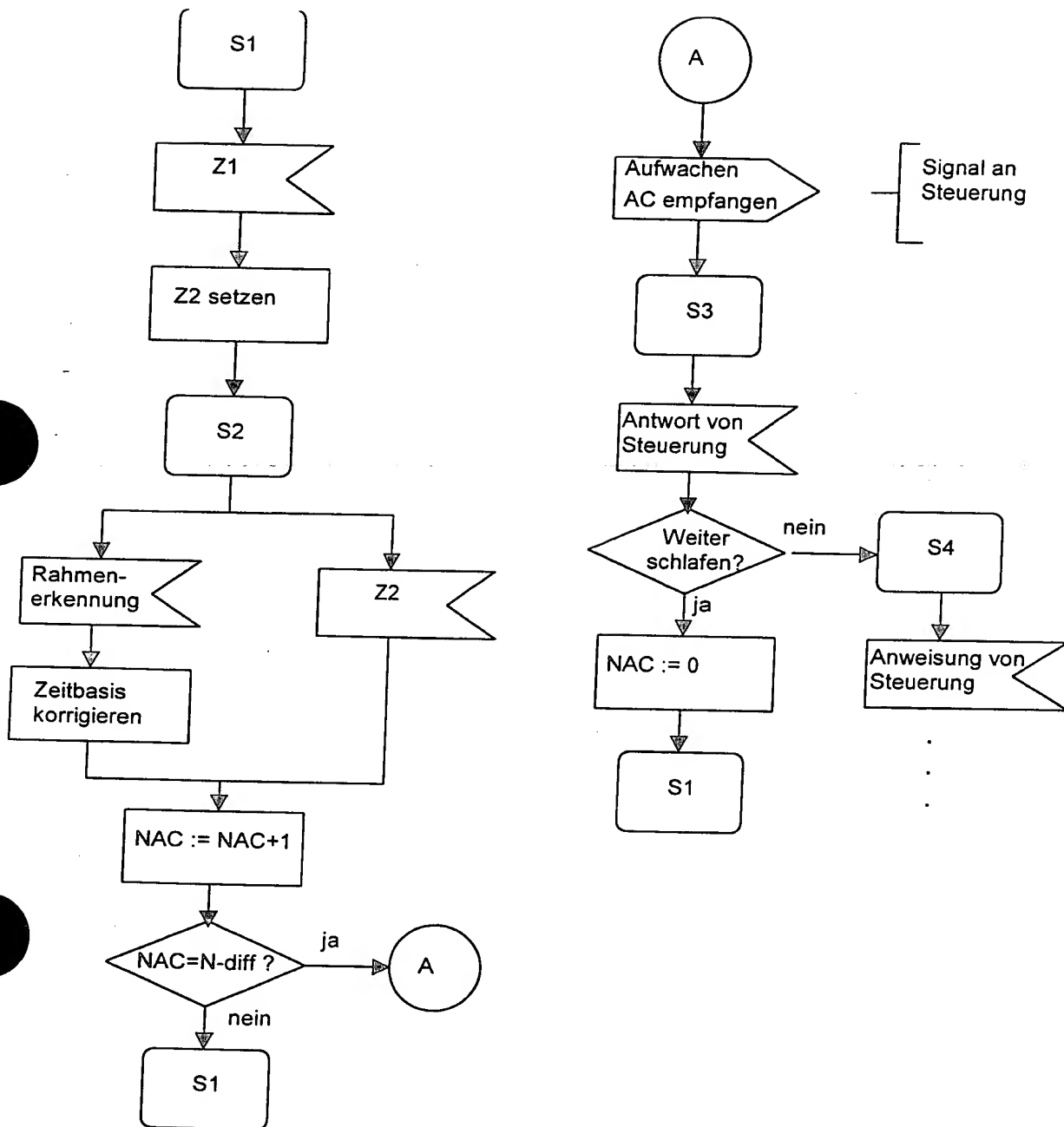


Fig 6



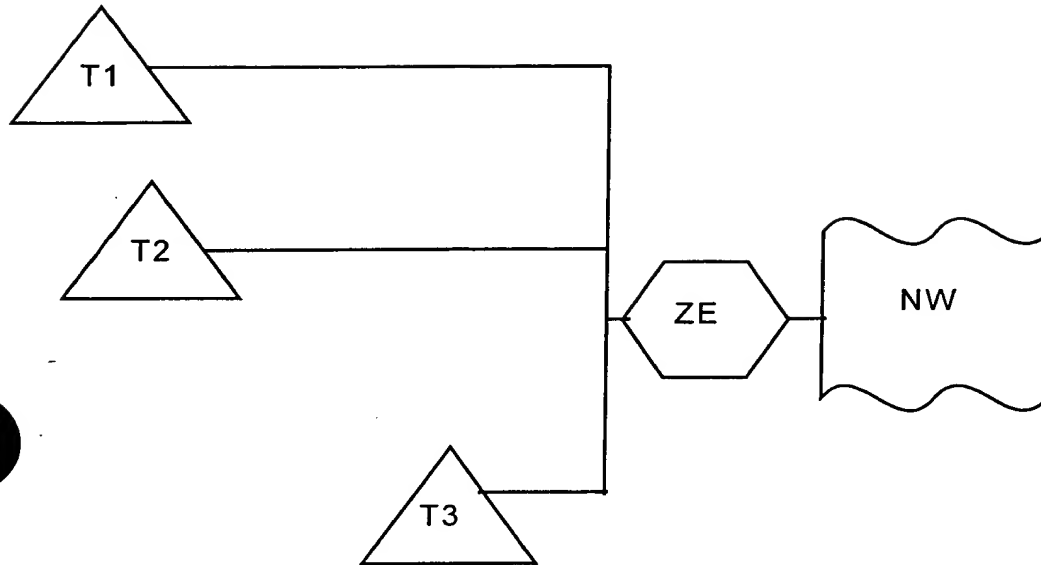


Fig 7

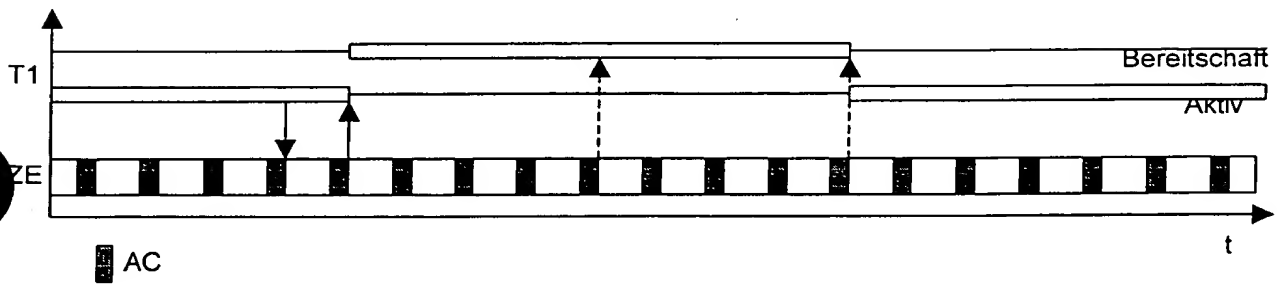


Fig 8

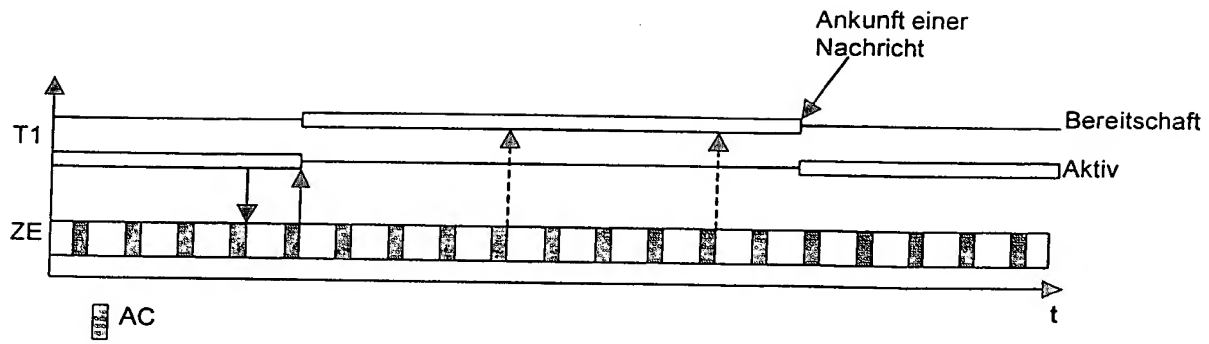


Fig 9

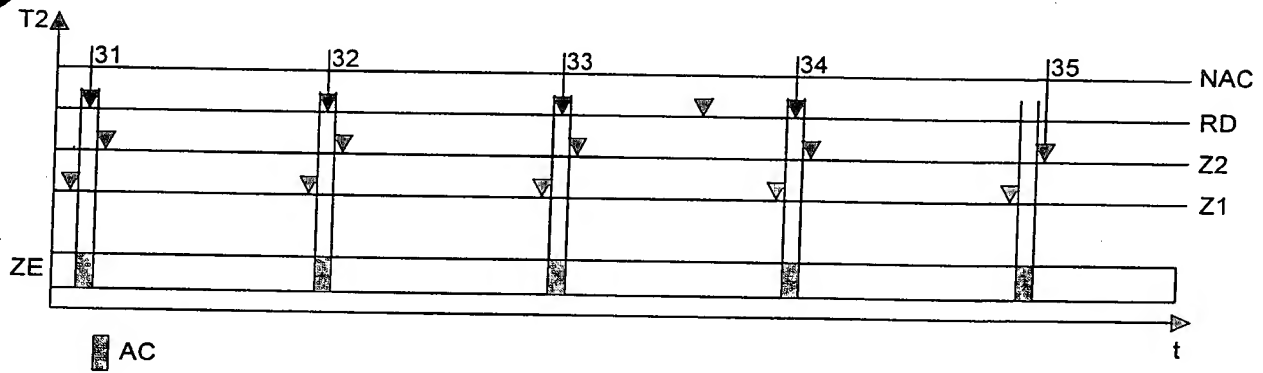


Fig 10

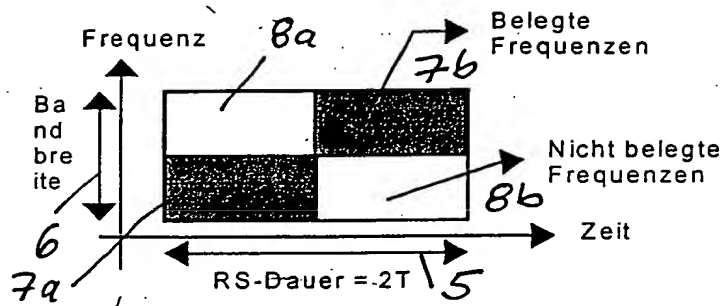


Fig. 11

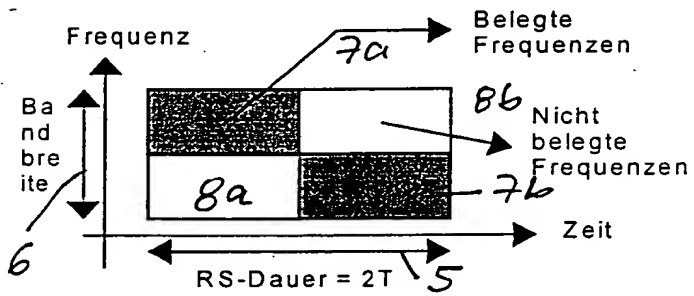


Fig. 12

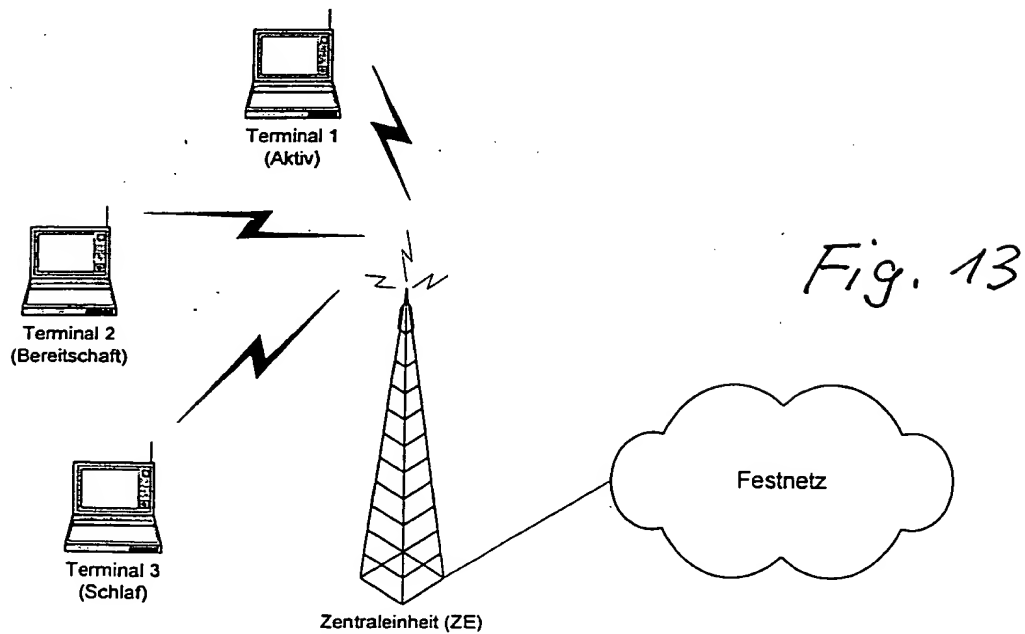


Fig. 13

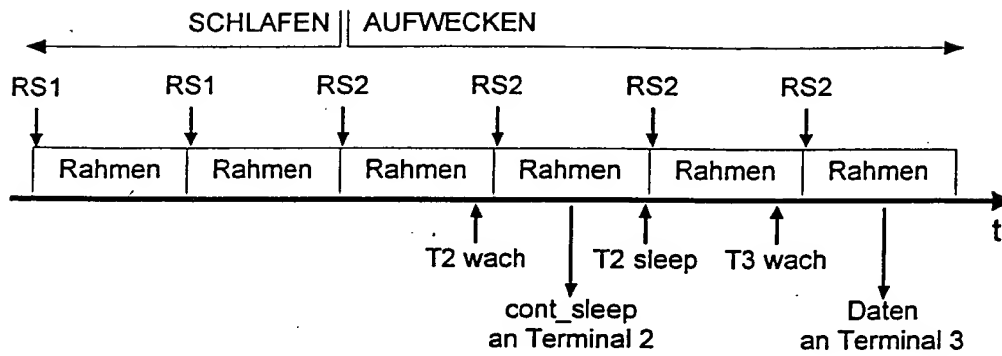


Fig. 14

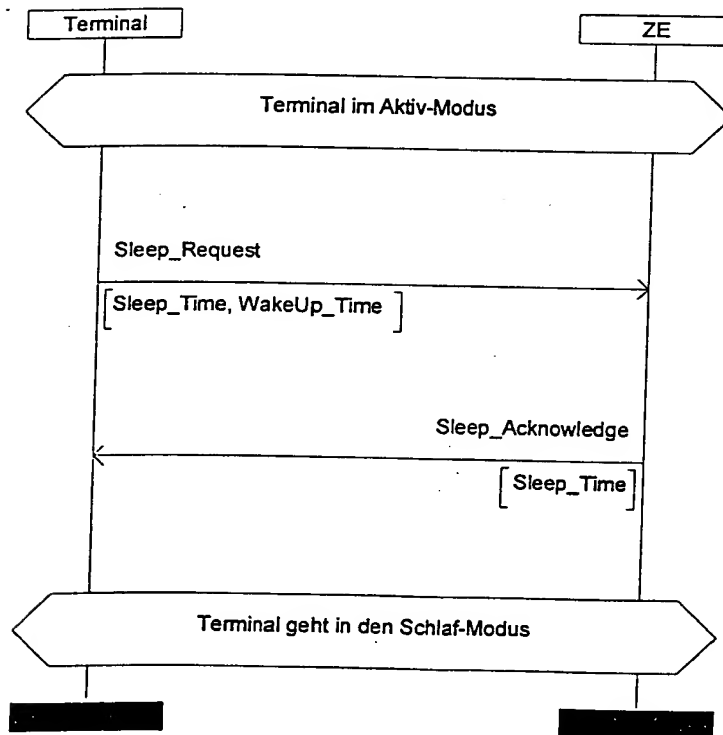


Fig. 15

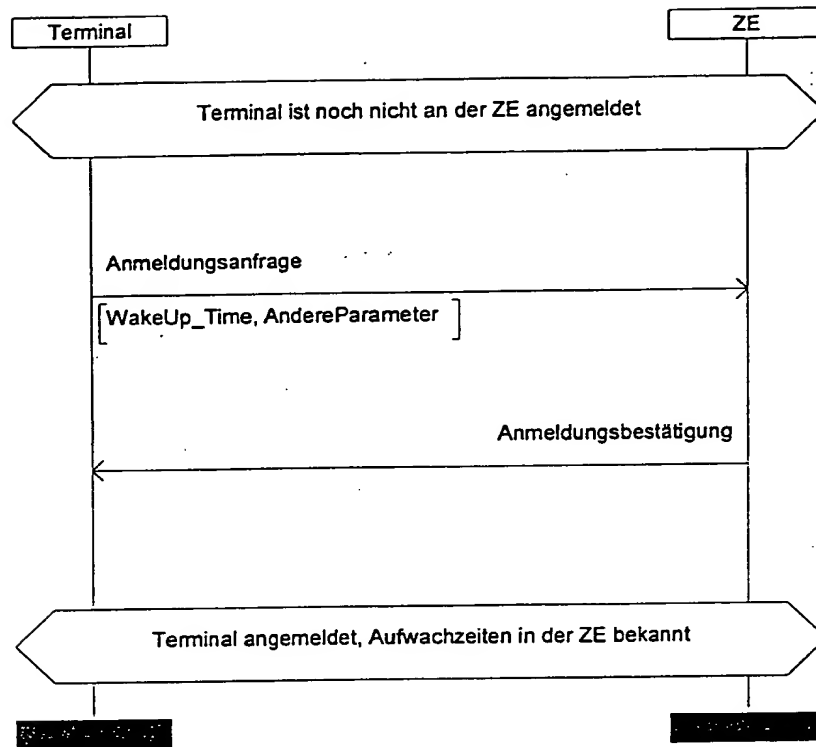


Fig. 16

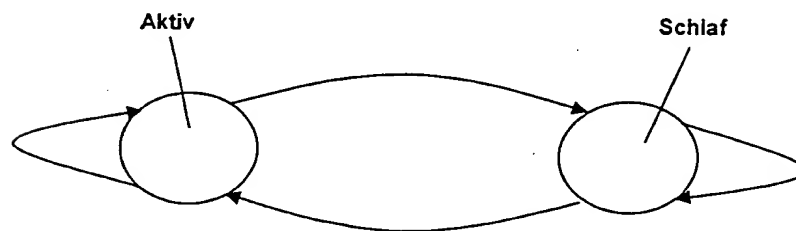


Fig. 17

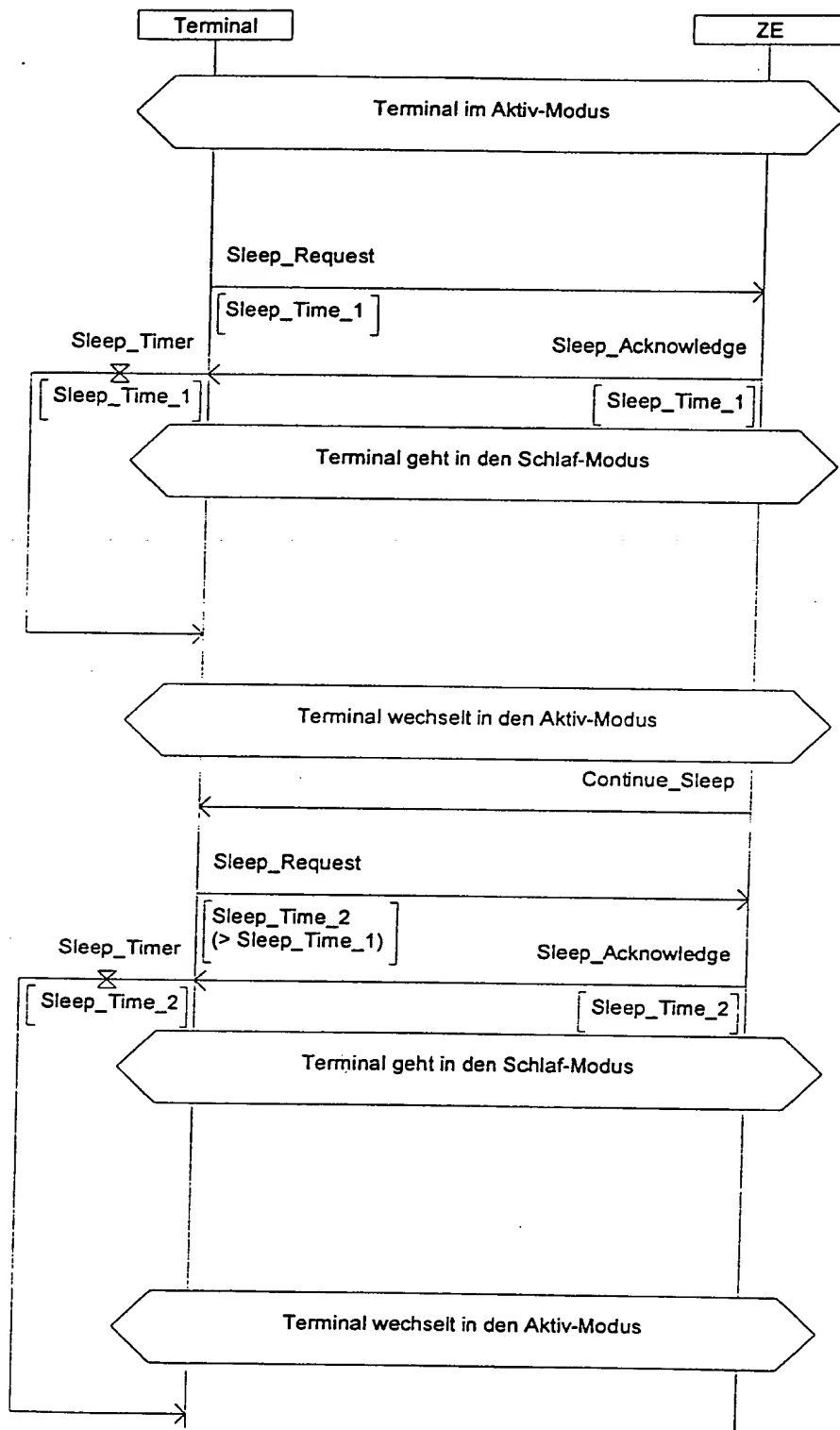


Fig. 18

Rahmen 1	Rahmen 2	Rahmen 3	Rahmen 4	Rahmen 5	Rahmen 6	Rahmen 7	Rahmen 8
T1 aktiv	T1 schläft	T1 schläft	T1 aktiv	T1 schläft	T1 schläft	T1 aktiv	T1 schläft

Fig. 19

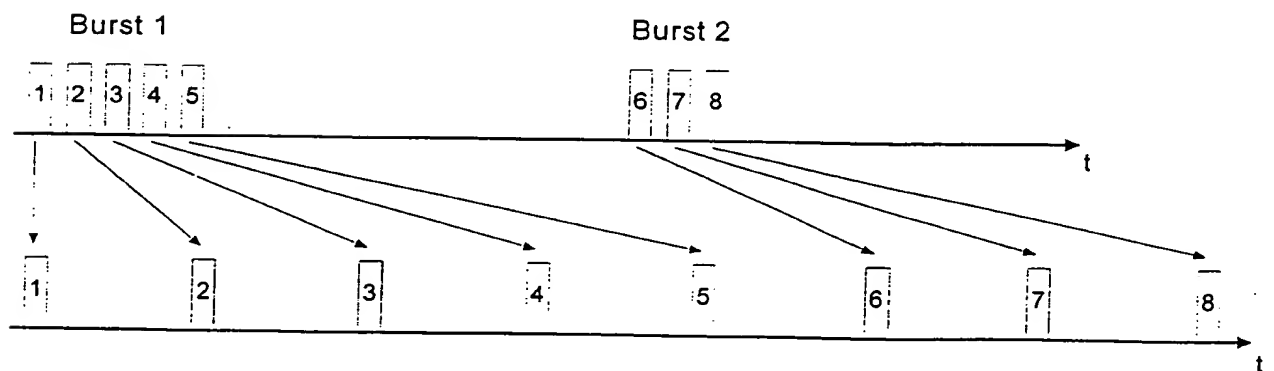


Fig. 20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**